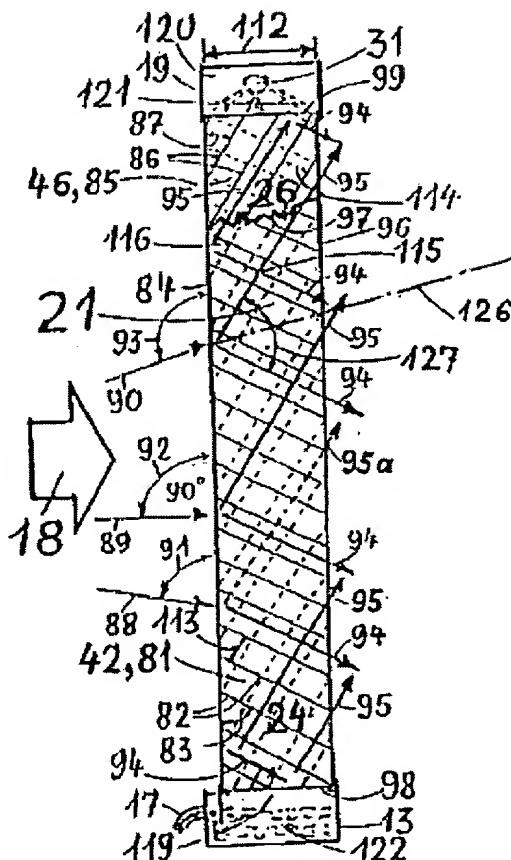


Heat/material exchange and separator for liquids and gases

Patent number: FR2752613
Publication date: 1998-02-27
Inventor: BOTTLANDER WILFRIED
Applicant: BOTTLANDER WILFRIED (DE)
Classification:
- international: F28C1/06; F28F25/08; F24F6/12
- european: B01J19/32; F28F25/08E
Application number: FR19960010298 19960820
Priority number(s): FR19960010298 19960820

Abstract of FR2752613

The heat or material exchanger between liquids and gases, or a gas separator, consists of a frame with installations for the introduction and discharge of the liquids and gases, and an inner block or panel (21) through which the substances must pass. The block is made up of a series of thin flow plates (24,26) which have identical or different corrugations. The corrugations are turned towards and in contact with one another and are set at 10 - 60 degrees to the incident surfaces (84) of the block. The block is fitted inside a frame so that the flow direction can be adjusted to prevent partial currents meeting the incident surfaces in line with the corrugations. In addition, the installation containing the block can have a covering of fibres, especially a fabric with random fibres.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 752 613

(21) N° d'enregistrement national : 96 10298

(51) Int Cl⁶ : F 28 C 1/06, F 28 F 25/08 // F 24 F 6/12

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 20.08.96.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 27.02.98 Bulletin 98/09.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : BOTTLANDER WILFRIED — DE et HENSSLER UND HONTSCH GMBH & CO KG — DE.

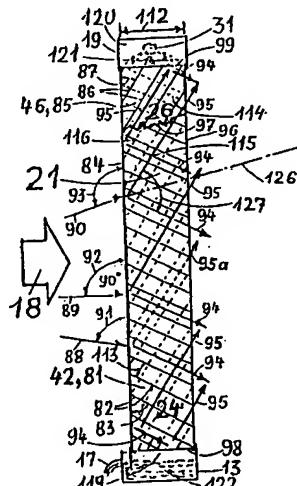
(72) Inventeur(s) : BOTTLANDER WILFRIED.

(73) Titulaire(s) : .

(74) Mandataire : CABINET PEUSCET.

(54) DISPOSITIF POUR L'ECHANGE DE CHALEUR ET DE MATIERE ENTRE DES MILIEUX LIQUIDES ET GAZEUX.

(57) Dispositif pour l'échange de chaleur et/ou de matière entre un milieu liquide et un milieu gazeux et/ou pour séparer des matières d'un milieu gazeux, comportant un bâti (25) qui présente des installations (17, 19) pour l'introduction et l'évacuation des milieux liquide et gazeux et dans lequel se trouve au moins un corps de contact (21) susceptible d'être traversé par un milieu gazeux et un liquide constitué de plaques de ruissellement (24, 26) minces, munies d'une pluralité d'ondulations (81, 85), qui sont tournées l'une en vis-à-vis de l'autre et qui sont disposées l'une contre l'autre, de sorte que les ondulations forment des angles aigus opposés (83, 87) compris entre environ 10° et environ 60° avec la surface d'incidence (84) du ou des corps de contact (21); à l'intérieur du bâti (25) devant la surface d'incidence (84) d'au moins un corps de contact (21) est disposée une installation (33) pour redresser le courant (18) du milieu gazeux, de sorte que, pour l'essentiel, les courants partiels sortants (88, 89, 90) rencontrent perpendiculairement la surface d'incidence verticale (84) du corps de contact (21).



DISPOSITIF POUR L'ÉCHANGE DE CHALEUR ET DE MATIÈRE ENTRE DES MILIEUX LIQUIDES ET GAZEUX

L'invention a trait à un dispositif pour l'échange de chaleur et/ou de matière entre un milieu liquide et un milieu gazeux et/ou pour 5 la séparation de matières du milieu gazeux, qui comprend, dans un bâti, au moins un corps de contact et une installation pour aligner la direction du courant ou flux de milieu gazeux.

De tels dispositifs servent non seulement à humidifier, refroidir et purifier du gaz, à savoir, à séparer d'un gaz des gouttes de 10 liquide, des poussières, des gaz et des vapeurs, mais encore à refroidir un liquide, en particulier dans des installations et des appareils dans la technique du bâtiment pour le conditionnement de l'air et dans la technique des centrales pour le refroidissement de l'eau en retour.

On utilise, en particulier, le dispositif selon l'invention 15 pour des espaces possédant une grosse charge d'humidité et une grande charge de refroidissement, que l'on peut gérer de manière avantageuse au moyen d'un refroidissement par évaporation ; ceci concerne surtout des espaces pour la recherche biologique : les chambres climatiques et les serres climatisées.

On décrit des corps de contact et des dispositifs, qui les 20 contiennent dans DE-AS 1 299 665, DE OS 17 67 935, DE-A-23 27 373, DE 25 37 220 C2, DE 31 0 640 C2, DE 32 46 341 C2, DE 35 22 182 C2, DE 34 23 574 C2, DE-OS 35 37 671 A1, DE 39 08 407 C1, DE 42 11 887.5, 25 DE 43 11 439 A 1, FR-23 66 052, US 3947 532, et dans l'ouvrage "Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik", de Recknagel-Sprenger, Editions Oldenbourg 1983, pages 953/954, 959/960 et pages 1013, paragraphe 4.

On désigne souvent les corps de contact, dans la technique 30 du bâtiment ainsi que dans la littérature mentionnée comme état de la technique, sous les termes "couche de filtre" ou "corps de ruissellement".

La surface d'afflux ou d'incidence et la surface de sortie ou d'échappement du corps de contact sont, selon l'état de la technique,

parallèles entre elles et sous forme plane de taille identique ; de plus les plaques de ruissellement sont disposées verticalement et sont perpendiculaires à la surface d'incidence. La position inclinée des ondulations par rapport à la verticale poursuit exclusivement le but, de 5 distribuer d'abord verticalement le liquide coulant du haut vers le bas sur toute l'épaisseur du corps de contact de la manière la plus régulière possible ; l'orientation en rotation des plaques de ruissellement voisines les unes par rapport aux autres doit permettre, grâce aux ouvertures ainsi pratiquées, un passage vertical du liquide de chaque ondulation 10 vers celle située en dessous et doit rendre le corps de contact indéformable. La rotation s'effectue de préférence sur 90° . L'échange de chaleur et l'échange de matière s'effectuent, selon l'état de la technique, pour une disposition verticale de la surface d'incidence, par un procédé à courants croisés, pour une disposition horizontale de celle-ci par un procédé à contre-courant ou à co-courant. En outre, on a 15 supposé et décrit que les gaz passent à travers le corps de contact avec une direction d'écoulement principal perpendiculaire à la surface d'incidence et transversalement par rapport aux ondulations en suivant le chemin le plus court à allure de serpentin. Un appareil représentatif avec une surface d'incidence horizontale requiert logiquement un très 20 petit angle des ondulations avec la verticale, de sorte que les angles des ondulations avec la surface d'incidence font de 65° à 75° ; dans un autre dispositif on propose, dans le cas d'une surface d'incidence verticale, de disposer entre les plaques de ruissellement possédant des 25 angles d'ondulation aigus opposés, des plaques de ruissellement possédant des angles d'ondulation de 90° , donc avec des ondulations horizontales. Lors de l'échange dans le procédé à courants croisés avec une surface d'incidence disposée verticalement, le gaz doit passer à travers le corps de contact. Dans un dispositif plus récent, on prévoit 30 d'incliner le corps de contact par rapport à un axe de flux vertical de gaz, de sorte qu'une des deux directions des ondulations se rapproche au moins de la direction des filets du courant de gaz rencontrant la surface d'incidence. De cette manière, ces filets de courant sont obligés, par suite de l'impulsion et de l'inertie, de conserver encore

leur vitesse et direction, sur un certain parcours dans le corps de contact ; ainsi, de préférence, ils prennent le chemin dans la direction correspondant aux ondulations et parcourent un plus long chemin dans le corps de contact que lorsqu'ils le traversent perpendiculairement à la surface d'incidence, à savoir lorsque la couche filtre est épaisse.

Les dispositifs connus possèdent plusieurs inconvénients : celui qui possède un corps de contact incliné par rapport à l'axe vertical du jet gazeux est seulement judicieux dans le cas d'une adduction verticale du courant gazeux ; il est onéreux en ce qui concerne la construction et les coûts, et l'échange n'a lieu qu'à co-courants parallèles. Puisque le corps de contact ne possède que deux directions d'ondulations, qui constitue chacune une moitié du corps de contact, il en résulte que l'une des moitiés des plaques de ruissellement, auxquelles s'applique la direction préférée, est surchargée, par contre 15 l'autre moitié des plaques de ruissellement n'est pas chargée ; dans les deux cas c'est dommage. En conséquence, le dispositif, qui contient des corps de contact disposant d'une surface d'incidence horizontale, par suite du gaz affluent obligatoirement par les côtés parce qu'il doit exister une surface recueillant l'eau sous le corps de contact, n'est 20 exploité que de façon incomplète : le gaz affluent de la droite traverse de préférence le corps de contact au travers des ondulations inclinées vers la gauche, celui affluent de la gauche traverse de préférence les ondulations inclinées vers la droite ; par conséquent il n'y a qu'une exploitation partielle. En outre, parce que l'on requiert ici que l'angle 25 d'ondulation soit compris entre 65° et 75° , un chemin le plus court possible du courant de gaz à travers le corps de contact est tout tracé. On réalise directement le chemin le plus court du flux de gaz dans un corps de contact disposant d'une surface d'incidence verticale au moyen de plaques de ruissellement interposées en alternance avec des 30 ondulations horizontales, qui offre certainement d'une manière extrême le chemin le plus court à travers le corps de contact au courant gazeux et qui cherche seulement à distribuer le liquide de manière uniforme, dans lequel le mouvement de la phase gazeuse a une importance toute secondaire. Toutes les autres conceptions de construction connues

partent également du principe que le gaz s'écoule toujours en suivant le chemin le plus court à travers le corps de contact, comme si le corps de contact faisait fonction quasiment de dispositif d'alignement de la direction pour sa propre circulation. Ceci n'est cependant pas le cas ;
5 l'irrégularité des impacts sur le corps de contact par suite de la vitesse et de la direction différente des filets d'un courant gazeux possédant un axe de flux défini explicitement, agit elle-même beaucoup plus de manière défavorable sur le rendement d'échange et, en effet, c'est particulièrement significatif, lorsque le courant gazeux est produit à
10 partir une soufflante à faible distance du corps de contact.

L'invention a pour but d'augmenter la puissance d'échange du dispositif, qui comprend un corps de contact formé de plaques de ruissellement ondulées ou pliées, sans pour cela augmenter l'investissement de manière inappropriée ou sans perdre une autre
15 qualité essentielle.

Le but est atteint selon l'invention au moyen d'un dispositif pour l'échange de chaleur et/ou de matière entre un milieu liquide et un milieu gazeux et/ou pour séparer des matières du milieu gazeux, ce dispositif comportant un bâti, qui présente, d'une part, des ouvertures ou des installations pour l'introduction et l'évacuation de milieux liquides et gazeux, bâti dans lequel on dispose d'un corps de contact susceptible d'être traversé par le milieu gazeux et le liquide, ledit corps de contact se présentant sous la forme d'un bloc ou d'une nappe constitué de plaques de ruissellement munies d'une pluralité
20 d'ondulations de formes d'ondulation identiques ou différentes, qui sont tournées l'une en vis-à-vis de l'autre et qui sont disposées l'une contre l'autre, de sorte que les ondulations mutuellement en contact des plaques de ruissellement adjacentes forment des angles d'ondulation aigus opposés compris entre environ 10° et 60° avec la surface
25 d'incidence du ou des corps de contact et, le cas échéant, sont reliées entre elles au moins au niveau d'une partie de leurs points de contact, et, d'autre part, des installations pour desservir le ou les corps de contact en milieu liquide et pour évacuer le milieu liquide, caractérisé par le fait qu'une installation est disposée à l'intérieur du bâti devant la
30

surface d'incidence d'au moins un corps de contact, pour aligner la direction du courant du milieu gazeux.

Le dispositif alignant la direction du courant gazeux agit de sorte que les filets de courant du courant gazeux ne rencontrent pas directement la surface d'incidence du corps de contact, mais que, globalement, leurs directions ayant été rendues parallèles et leur vitesse ayant été uniformisée, ils sont ensuite dirigés sur la surface d'incidence de corps de contact ; ils y rencontrent perpendiculairement la surface d'incidence, dans la disposition habituelle d'une installation d'alignement de la direction et d'un corps de contact, avec un alignement parallèle à l'axe de flux de gaz et une surface d'incidence perpendiculaire à l'axe du flux de gaz à direction alignée. Au cours de recherches sur, par exemple, des corps de contact d'une épaisseur de 100 mm constitués de plaques de ruissellement de papier ondulé d'une épaisseur d'environ 0,25 mm, d'une profondeur d'ondulations d'environ 6 mm et d'une largeur d'ondulations d'environ 16 mm, avec des angles opposés d'ondulation de 30° et 60°, on a mis en évidence que les filets de courant, tout en conservant leur direction d'afflux, ne traversent pas, perpendiculairement à la surface d'incidence, le corps de contact en suivant le plus court chemin, mais subissent de manière largement prédominante une déflection dans les directions des ondulations qu'ils rencontrent et qu'ils parcourent dans la direction de leur longueur. Ceci repose sur le fait, que la résistance à l'écoulement en elle-même pour des filets de courant rencontrant perpendiculairement la surface d'incidence est plus faible, lorsqu'ils traversent le corps de contact sous forme de plusieurs courants partiels en parcourant les creux d'ondulation de directions différentes dans le sens de leur longueur, lesquels se prolongent vers la surface d'incidence sous un angle d'ondulation aigu, que lorsqu'ils traversent celui-ci, perpendiculairement à la surface d'incidence ou transversalement par rapport aux ondulations en conservant leur direction d'incidence. Le liquide introduit à partir du haut du corps de contact prend les mêmes chemins pour être distribué sur l'épaisseur du corps de contact, comme décrit ci-dessus. Ceci a l'effet surprenant que,

dans le dispositif selon l'invention, des courants gazeux et du liquide se déplacent à contre courant l'un par rapport à l'autre dans les ondulations s'étendant à partir de la surface d'incidence et inclinées vers le haut ; l'échange entre gaz et liquide a lieu théoriquement, en 5 effet, dans le courant continu dans les ondulations partant de la surface d'incidence et se prolongeant inclinées vers le bas, mais en réalité il se produit dans le contre-courant relatif ; pour des vitesses de gaz comprises entre 1,5 et 4,5 m/s et des vitesses de liquide comprises entre 0,1 et 0,2 m/s, les vitesses relatives pour les deux directions 10 d'ondulation actives pour l'échange sont presque égales. Dans l'essai, l'écoulement du liquide à l'intérieur et le long des ondulations était visible pour des angles d'ondulation allant jusqu'à 60°. Pour des directions d'ondulation opposées dans le domaine angulaire allant d'environ 15° jusqu'à environ 60°, il est assuré que la direction des 15 filets de courant incidents et la direction des ondulations ne se rapprochent pas au point, vu globalement, qu'il puisse exister une direction préférentielle des ondulations inacceptable. Les installations d'alignement de la direction offrent, surtout envers les filets de courant incidents sous un angle aigu, la résistance nécessaire à l'uniformisation 20 de leur vitesse et distribution, par exemple dans le cas de courants gazeux possédant une composante tourbillonnaire, qui sont produits par des soufflantes à faible distance du corps de contact.

Les plaques de ruissellement voisines des creux d'ondulation se touchent au niveau des surfaces tournées l'une vers l'autre, au niveau desquelles il se produit un mélange superficiel des couches limites des courants partiels opposés par contact mutuel ; cependant, la majeure partie des courants partiels dans les creux 25 d'ondulation n'en est que peu affectée.

Le dispositif selon l'invention apporte un rendement 30 d'échange spécifique nettement amélioré par suite des chemins plus longs des courants partiels au travers du corps de contact grâce à une exploitation simultanée des deux directions d'ondulation opposées. Le rendement de l'échange augmente lorsque les angles d'ondulation deviennent plus petits ainsi qu'avec une adaptation croissante du plus

grand aux plus petits.

Dans une forme de réalisation, on prévoit, que les courants partiels sortant de l'installation servant à aligner la direction du courant du milieu gazeux rencontrent la surface d'incidence, selon une direction 5 qui coïncide approximativement avec la bissectrice de l'angle entre les angles d'ondulation opposés.

On y parvient lorsque l'installation servant à aligner la direction du courant du milieu gazeux est conçue de façon telle que des courants partiels sortants rencontrent la surface d'incidence du corps de 10 contact dans une direction, qui coïncide approximativement avec la direction de la bissectrice de l'angle entre les deux angles d'ondulation opposés.

Mais on parvient également au même résultat, lorsque le corps de contact est incliné d'une façon telle que la direction de la 15 bissectrice de l'angle entre les deux angles d'ondulation opposés coïncide approximativement avec la direction des courants partiels sortant, de préférence, horizontalement de l'installation servant à aligner la direction du courant du milieu gazeux.

Ceci permet de mieux équilibrer la distribution du volume 20 gazeux traversant selon les deux directions différentes des ondulations. De plus on peut effectuer des corrections de la direction en considérant une optimisation du rendement de l'échange et on compense ainsi les imprécisions de la fabrication du corps de contact.

Une réalisation supplémentaire prévoit, que le dispositif 25 comprenne un garnissage de fibres de préférence sous forme de matelas de fibres enchevêtrées, pour produire le courant à direction alignée du milieu gazeux.

Des garnissages de fibres servent comme élément 30 d'alignement de la direction. On associe au voile de fibres enchevêtrées l'effet d'alignement de la direction et d'uniformisation de la vitesse des filets de courant de gaz de toutes les directions ; en outre, il peut agir comme un filtre et, desservi en eau, comme humidificateur avec un effet filtrant et un effet d'alignement de la direction augmenté. De manière avantageuse c'est un voile de fibres enchevêtrées avec une

épaisseur qui augmente dans la direction d'écoulement du gaz. Déjà, partant d'une épaisseur de couche d'environ 5 mm et d'un grammage de 150 g/m², un voile de fibres enchevêtrées présente une action d'alignement de la direction, laquelle augmente avec l'épaisseur de la couche et du grammage ; pour environ 20 mm et 500 g/m², elle augmente d'environ un facteur 6.

De préférence, les plaques de ruissellement dans le corps de contact sont disposées de telle sorte que, pour des angles d'ondulation opposés de grandeurs différentes, l'angle d'ondulation plus petit est dirigé de manière oblique vers le haut en partant de la surface d'incidence verticale du corps de contact.

Ceci produit le chemin le plus long pour l'échange à contre-courant. De préférence, le plus petit angle d'ondulation est inférieur à environ 45°.

Dans une autre forme de réalisation du corps de contact les plaques de ruissellement sont disposées dans le corps de contact de sorte que les deux angles d'ondulation opposés ont la même valeur.

Ainsi on réalise des parcours longs identiques pour des courants gazeux dans les directions des ondulations opposées et on égale leurs débits.

Le dispositif selon l'invention peut présenter dans le bâti au moins un échangeur de chaleur pour chauffer et/ou pour refroidir le milieu gazeux.

Lorsque l'échangeur de chaleur est disposé entre l'installation d'alignement de la direction et le corps de contact, il n'a qu'une faible influence sur l'action d'alignement de la direction dans tous les cas, mais il exploite celle-ci ; selon le type de construction, l'échangeur de chaleur peut être également par lui-même dans une certaine mesure une installation d'alignement de la direction.

On peut mettre en oeuvre de manière avantageuse le dispositif selon l'invention dans toutes les installations appartenant à la technique du bâtiment, à la technique des centrales et à l'appareillage technique, comme les installations de ventilation et de climatisation pour les bâtiments, les espaces habitables et les armoires, ainsi que les

installations de refroidissement en retour pour les centrales et petits transformateurs d'énergie, et dans les installations pour le lavage de gaz, ainsi qu'avec tous les types de soufflante pour amener du gaz, de l'air extérieur et/ou de l'air ambiant et/ou de l'air d'échappement, et 5 selon le cas, munies d'installations pour la préparation du gaz, de l'air ou de l'eau, sous forme d'échangeurs de chaleur pour chauffer et/ou refroidir et/ou déshumidifier l'air, avec des installations pour l'introduction de liquide, principalement de l'eau, dans le courant gazeux ou flux d'air à des fins d'humidification et/ou de 10 refroidissement d'air ou de gaz et/ou pour le refroidissement de liquide, en particulier d'eau, et/ou à des fins d'épuration d'air ou de gaz, et avec filtre pour l'épuration de l'air ou du gaz. Le cas échéant, on traite l'air extérieur et/ou l'air ambiant et/ou l'air d'échappement, et les installations peuvent être fixes ou mobiles. Pour humidifier et pour 15 refroidir par évaporation de l'air et/ou de l'eau, on met en oeuvre au moins un corps de contact avec une installation, pour qu'il soit desservi en liquide, principalement de l'eau ; l'eau sert également à épurer l'air ou d'autres gaz de l'ammoniac ; on utilise habituellement le liquide, qui est adapté à l'absorption du gaz polluant considéré. Comme soufflante, 20 un générateur de jet liquide peut également servir, par exemple sous la forme d'un jet de pulvérisation d'eau, qui est dirigé sur la surface d'incidence du corps de contact et qui mouille celui-ci en même temps pour sa fonction "refroidissement par évaporation" d'air et/ou d'eau. On peut également mettre en oeuvre plusieurs corps de contact avec 25 différentes fonctions. Le corps de contact peut faire partie d'un groupe ou d'une couche complète constitué de plusieurs corps de contact de types ou de fonctions différentes.

Le dispositif peut contenir une installation pour la modification de la direction d'alimentation dans au moins une de ces sections. La modification de la direction d'alimentation s'effectue par déflexion, détournement ou renvoi. Pour cela on se sert d'un inverseur du sens de rotation du moteur de la soufflante axiale, d'une installation pour le réglage de la position des ailettes, d'une installation pour inverser le sens d'amenée d'air vers la soufflante ou d'une soufflante 30

supplémentaire dans la canalisation d'air ou caisson avec un sens d'alimentation opposé et d'autres solutions faciles à développer par l'homme de métier. On peut utiliser des soufflantes de tout type connu. Ainsi on peut inverser la direction d'écoulement de l'air transporté dans le domaine utile de la pièce qu'on alimente lors du changement entre le mode chauffage et le mode refroidissement ; ceci sert donc à maintenir dans le domaine utile des champs de température de l'air, d'humidité de l'air et de vitesse de l'air d'une uniformité plus élevée. On parvient à ce que le mouvement d'air produit par la soufflante dans l'espace utile s'uniformise par le mouvement d'air produit par la convection thermique naturelle dans le type de fonctionnement respectif : de bas en haut en mode refroidissement et de haut en bas en mode chauffage.

On peut disposer au niveau du bâti d'au moins un élément de construction partiellement perméable à l'air près d'une des ouvertures pour l'air amené. Ainsi on peut agrandir la section du jet d'air amené, s'écoulant hors du dispositif et on peut réduire sa vitesse, de sorte que l'on peut utiliser l'espace desservi pour de la marchandise sensible, déjà à une faible distance de la bouche de sortie. Du treillis fin ou un tissu grossier est tout indiqué comme matière partiellement perméable.

Des exemples de réalisation de l'invention sont présentés sous forme de dessins et décrit par la suite.

La figure 1 montre, à titre d'exemple, une coupe longitudinale parallèle à l'axe du bâti à travers le corps de contact 21 d'épaisseur 112, constitué de plaques de ruissellement 24, 26 disposées à la verticale, perpendiculairement à une surface d'incidence ou d'afflux 84 et à une surface de sortie ou d'échappement 96 ; elle montre, dans la partie inférieure jusqu'à la ligne brisée 97, une plaque de ruissellement 24, avec ses ondulations 42 et ses creux d'ondulation 81 parallèles aux limites d'ondulation 82, avec une largeur d'ondulation 113 et un angle d'ondulation 83 constituant un angle aigu par rapport à la surface d'incidence 84 ; au-dessus de la ligne brisée 97, on voit une plaque de ruissellement 26 avec ses ondulations 46 et ses creux d'ondulation 85, ses limites d'ondulation 86, son angle d'ondulation 87

et sa largeur d'ondulation 114. Les plaques de ruissellement 24, 26 sont disposées en alternance, de sorte que les angles d'ondulation 83, 87 des plaques de ruissellement adjacentes sont aigus mais dans des sens opposés l'un à l'autre. Les limites d'ondulation 82, 86 des plaques 5 de ruissellement directement voisines, qui se recouvrent respectivement sont représentées en traits discontinus. Les plaques de ruissellement 24, 26 sont recollées les unes contre les autres au niveau des points de contact 116 et possèdent des creux d'ondulation 81, 85 tournés l'un vers l'autre. Un courant de gaz 18, représenté ici de manière sommaire 10 sous forme de flèche dans la direction parallèle à l'axe du bâti peut contenir des courants partiels 88, 89, 90, qui rencontrent la surface d'incidence 84 sous des angles d'incidence différents 91, 92, 93. Le courant partiel 89 rencontre la surface d'incidence sous un angle de 90° soit perpendiculairement, il y est défléchi et partagé en courants 15 partiels 94, 95, lesquels sont dirigés principalement dans la direction longitudinale des creux d'ondulation 81, 85 agissant comme des rigoles et ils conservent cette direction lorsqu'ils sortent ensuite par la surface d'échappement 96. Par contre, le courant partiel 88 rencontre la surface d'incidence 84 sous l'angle 91 presque en direction de 20 l'ondulation 42 et il s'écoule, de préférence, dans cette direction d'ondulation à travers le creux d'ondulation 81 du corps de contact 21. Il ne s'écoule qu'une partie plus faible du courant partiel 88 à travers les creux d'ondulation 85, visualisé par le courant partiel 95a dessiné 25 en traits interrompus ; il en résulte une surcharge du creux d'ondulation 81 et un creux d'ondulation 85 non chargé. Au contraire, le courant partiel 90 rencontre la surface d'incidence 84 sous un angle 93 approximativement dans la direction de la bissectrice 126, représentée sous forme de traits mixtes, de l'angle 127 entre les deux directions 30 d'ondulation opposées, et ce courant 90 se partage de manière très équilibrée en courants partiels 94, 95, et exploite de manière optimale le corps de contact muni des angles d'ondulation prédéfinis 83, 87. Avec des dispositifs pour aligner la direction du courant gazeux 18, on réalise une bonne et une meilleure exploitation du corps de contact. L'alignement de la direction dans le sens de la bissectrice 126 demande

un certain effort ; on évite la difficulté si les angles d'ondulation opposés 83, 87 sont rendus identiques, car alors la bissectrice 126 se confond avec la perpendiculaire par rapport à la surface d'incidence 84, et l'alignement de la direction parallèle à l'axe du bâti 25 est optimal.

5 Au niveau de la face inférieure 98 et de la face supérieure 99 du corps de contact, les courants partiels 94, 95 qui y sortent, puisqu'ils débouchent là dans les espaces d'air clos 119, 120 de la cuve 13 et du capot 19, prennent le chemin du creux d'ondulation de chaque autre direction d'ondulation, à savoir celles que prennent les courants partiels 95, 94, vers la surface d'échappement 96. Un caisson 19 recouvre la face supérieure 99 et le tuyau de distribution 31 pour l'introduction de liquide 121 et les protège de l'environnement ; la cuve 13 rassemble le liquide en excès 122, qui sort par le tuyau d'évacuation 17. Pour une distribution uniforme du liquide 121 sortant du tuyau de distribution 31 sur la face supérieure 99, on peut installer sur la face supérieure 99, dans le capot 19, un élément de corps de contact, non représenté ici, ayant la même structure que le corps de contact 21, mais tourné de 90° et ayant la même épaisseur 112 que le corps de contact 21 ou on laisse dépasser un peu un corps de contact agrandi 21 dans le capot 19. Le mélange superficiel des courants partiels 94, 95 au niveau de leur surface de contact 115 est peu important et c'est pour cela qu'on ne le représente pas ; les parties des courants partiels 94, 95 concernées par ceci s'écoulent à travers le corps de contact 24 par un chemin qui se compose de tronçons des deux directions d'ondulation, dont la somme se trouve comprise entre les chemins des deux directions. Si on choisit les deux angles d'ondulation 83, 87 identiques, alors tous les chemins des courants partiels 94, 95 ainsi que les chemins des mélanges de courants partiels 94, 95 sont de même longueur.

30 Sur les figures 1a, 1b, 1c, on a représenté, l'une à côté de l'autre, des sections données à titre d'exemple de quelques formes possibles d'ondulations 42, 46 ; la forme d'ondulation 123 (fig. 1a) a une section d'ondulation 100 possédant une forme approximativement sinusoïdale, avec une largeur d'ondulation 101, mesurée en tant que

distance entre les crêtes d'ondulation 82, 86, avec une profondeur d'ondulation 102, des creux d'ondulation 103 : grâce à ces ondulations, la moitié d'une face est ouverte vers la plaque de ruissellement voisine, l'autre moitié est ouverte vers celle de l'autre côté ; une forme 5 d'ondulation 124 (fig. 1b) a une section d'ondulation 104 formée par pliage, avec une largeur d'ondulation 105 et une profondeur d'ondulation 106 des creux d'ondulation 107 ; une forme d'ondulation 125 (fig. 1c) a également une section d'ondulation 108 formée par pliage, avec une largeur d'ondulation 109 et une profondeur 10 d'ondulation 110 des creux d'ondulation 111. En raison du fait que les ondulations 42, 46 ont la même forme d'ondulation 123, 124, 125, lorsqu'elles sont vues respectivement de chaque côté des plaques de ruissellement 24, 26 et qu'elles offrent des deux côtés les mêmes conditions au gaz traversant, la largeur moyenne des creux 15 d'ondulation 103, 107, 111, qui est déterminante pour la section des creux d'ondulation 103, 107, 111 agissant comme des rigoles, est toujours égale à la moitié des largeurs d'ondulation respectives 101, 105, 109.

La figure 2 représente, en coupe longitudinale à travers un 20 bâti en forme de caisson 25, un dispositif dont le bâti comporte des pieds 37 posant sur le sol 12 de l'espace 10. Une soufflante 2, ici sous forme de soufflante radiale, crée, dans la canalisation d'air 1 du caisson 25, la direction d'alimentation 14 ; elle aspire l'air extérieur 6 et/ou l'air ambiant 7, dans une proportion telle que réglée à l'aide d'un volet 25 mélangeur d'air 5, et le refoule dans la zone de conditionnement d'air 48 du caisson 25 sous forme d'un flux d'air 18 au travers d'une installation 33 pour aligner la direction du flux d'air 18 ; lorsque le flux d'air 18 est aligné en direction, il est refoulé au travers du corps de contact 21 et au travers de l'échangeur de chaleur 30 et il constitue 30 l'arrivée d'air 15 dans l'espace 10, réchauffant, refroidissant et/ou humidifiant celui-ci ; de l'eau de ruissellement 121 alimente le caisson 19 du corps de contact 21 par un tuyau de distribution 31 et elle est rassemblée dans la cuve 13 et extraite par un tuyau d'évacuation 17. De l'air extérieur 6 et un refroidissement par évaporation au moyen du

corps de contact 21 servent à refroidir, un échangeur de chaleur 30 sert principalement au chauffage, mais il peut également servir en tant que refroidisseur lorsqu'on requiert que le refroidissement soit indépendant de l'air extérieur 6. L'installation 33 disposée du côté refoulement 5 devant le corps de contact 21, est essentiellement constituée de voile de fibres enchevêtrées et sert de dispositif d'alignement de direction, qui dirige les courants partiels sortant dudit dispositif, perpendiculairement à la surface d'incidence 9 du corps de contact 21, ce qui augmente ainsi l'efficacité du corps de contact 21. Cette direction d'alimentation 14 est 10 optimale pour le mode refroidissement. On réalise une direction d'alimentation inversée 22 pour le mode chauffage à l'aide d'une deuxième soufflante 38, qui est disposée au niveau de la paroi de séparation 45, de sorte que l'axe 41 de la soufflante 38 soit aligné avec celui de la soufflante 2. En mode chauffage, la soufflante 38 aspire 15 alors l'air ambiant 20 de l'espace 10 à travers l'ouverture 8, l'échangeur de chaleur 30, le corps de contact 21, l'installation 33 pour aligner la direction du flux et enfin à travers la soufflante 2 dans ce cas arrêtée et elle produit dans la canalisation d'air 1, le flux d'air 47, qui a la direction d'alimentation 22 et qui est expulsé sous forme d'air soufflé 20 23 à travers l'ouverture d'aération 4 dans l'espace 10. On peut éviter l'inconvénient d'une résistance à l'écoulement élevée, due au fait que les soufflantes 2, 38 doivent aspirer les flux d'air respectivement au travers de la soufflante 38, 2 arrêtée, à l'aide de systèmes techniques connus, par exemple, en disposant des volets dans la paroi de 25 séparation 45 et en plaçant la soufflante 38 dans un tronçon de canalisation de dérivation entre le volet mélangeur d'air 5 et l'ouverture d'aération 4, ce qui permet également une aspiration de l'air extérieur dans la direction d'alimentation 22. Le nombre des échangeurs de chaleur 30, par exemple chacun approprié au chauffage et au 30 refroidissement, et des corps de contact 21, ainsi que leur ordre de placement dépendent uniquement du but de l'application. Une installation 33 pour aligner le flux d'air 18 peut se trouver directement au niveau de corps de contact 21. L'élément de construction 57 transforme l'air soufflé 15 en un flux d'air 58 ayant une section plus

importante et une plus faible vitesse.

La figure 3, montre, à titre d'exemple, en coupe longitudinale à travers un bâti 25, un dispositif disposé à l'intérieur de l'espace à desservir. Le bâti 25 repose avec des pieds 37 sur le sol 12 près de la paroi 11, représentée ici comme la paroi en verre d'une serre reposant sur un socle 36. La soufflante 2 aspire de l'air extérieur à travers l'ouverture 3 d'un tronçon de canalisation 6 et/ou de l'air ambiant 7 à travers l'ouverture 4, selon la direction d'alimentation 14 dans la canalisation d'air 1 ; elle refoule l'air sous forme de flux d'air 18 dans la zone de conditionnement d'air 48, à travers une installation 33 destinée à aligner la direction du flux d'air 18 ; puis, lorsque les filets d'air du flux ont été alignés en direction, la soufflante 2 envoie l'air à travers l'échangeur de chaleur 16, et à travers les corps de contact 28 et 29 selon l'invention, desservis par de l'eau sortant des tuyaux de distribution 31, 32 et des buses de pulvérisation 39, où il est, selon le cas, humidifié, refroidi et épuré, et finalement à travers l'échangeur de chaleur 30 et à travers l'ouverture 8, sous forme d'air soufflé 15 dans l'espace 10. Au moyen du volet mélangeur d'air 5, on règle la proportion de l'air extérieur 6 et de l'air ambiant 7 dans le mélange. Comme soufflante 2, on installe de préférence selon le besoin en puissance des soufflantes axiales, radiales ou diagonales. Selon ce principe, le dispositif peut servir pour le mode refroidissement et pour le mode chauffage. On réalise facilement le changement servant à atteindre une plus grande uniformité des champs des facteurs climatiques dans la zone utile de l'espace 10, selon la direction d'alimentation 14 lors du mode de fonctionnement refroidissement et la direction d'alimentation 22 lors du mode de fonctionnement chauffage, par une inversion du sens de rotation de la soufflante axiale 2 présentée ici ou par réglage des ailettes de la soufflante. Lors du fonctionnement en mode chauffage avec la direction d'alimentation 22, l'échangeur de chaleur 30 peut alors chauffer l'air ambiant 20, qui est aspiré à travers l'ouverture 8 hors de l'espace 10 par la soufflante 2, avant que l'air ne traverse les corps de contact 28 et 29. Puisqu'il est difficile de régler la puissance d'humidification et la puissance de refroidissement de corps

de contact irrigué en raison de leurs inerties, on partage la puissance totale requise ici, par exemple, 1/3 de la capacité d'humidification sur le corps de contact 28 et environ 2/3 sur le corps de contact 29 ; ainsi les niveaux de puissance 1/3, 2/3 et 3/3 sont permutables, de sorte que
5 l'on peut adapter grossièrement la puissance au besoin. Une adaptation fine de la capacité d'humidification et de la capacité de refroidissement est possible en adaptant la quantité d'eau introduite, ce qui est possible et particulièrement facile au moyen d'une irrigation par une pulvérisation sur au moins un corps de contact 28, 29 au moyen de
10 buses 39 de pulvérisation ; de la sorte, les jets de pulvérisation humidifient également directement l'air ambiant 20 ou un flux d'air 18 traversant la zone de conditionnement 48. On peut calculer facilement le nombre optimal des corps de contact 28, 29 et l'échelonnement des niveaux de puissance selon le besoin de chaque cas. Les surfaces
15 d'incidence 73, 75 et les surfaces d'échappement 74, 78 échangent leurs fonctions lors du changement des directions d'alimentation 14, 22. On peut également régler les puissances d'humidification et de déshumidification comme on le sait au moyen d'un préchauffage, respectivement d'un prérefroidissement, ainsi que par un post-
20 chauffage de l'air transporté avant et après les corps de contact 28 et 29 à l'aide des échangeurs de chaleur 16 et 30 ; dans ce cas, on peut diriger facilement dans la cuve 13 l'eau de condensation de refroidissement produite. A la place de l'ouverture 4, on peut créer l'ouverture 4a, disposée plus en hauteur, avec un tronçon de
25 canalisation d'air 34 pour l'air ambiant 7, ce qui permet d'augmenter le domaine utile de l'espace 10 pouvant être refroidi. Pour des serres, le tronçon de canalisation d'air 34 est fabriqué de manière avantageuse à partir de matière transparente à la lumière. L'air d'échappement 117 est expulsé, grâce à la surpression de la soufflante 2, à travers une ouverture 118 ménagée dans le toit 35 et ajustée par le volet 40 pour correspondre à la quantité d'air extérieur 8 aspiré; l'ouverture 118 peut également se trouver dans la paroi 11 au-dessus de l'ouverture 4a.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'échange de chaleur et/ou de matière entre un milieu liquide et un milieu gazeux et/ou pour séparer des matières du milieu gazeux, ce dispositif comportant un bâti (25) qui comprend, 5 d'une part, des installations (1, 19, 17, 8) permettant l'introduction et l'évacuation de milieux liquides et gazeux, dans lequel se trouve au moins un corps de contact (21, 28, 29) susceptible d'être traversé par le milieu gazeux et le liquide, ledit corps de contact étant sous la forme d'un bloc ou d'un tapis constitué de minces plaques de ruissellement 10 (24, 26) munies d'une pluralité d'ondulations de formes identiques ou différentes (123, 124, 125), qui sont tournées l'une en vis-à-vis de l'autre et qui sont disposées l'une contre l'autre, de sorte que les ondulations mutuellement en contact (89, 85) de plaques de ruissellement adjacentes (24, 26), forment des angles d'ondulation (83, 15 87) aigus et opposés, dans un domaine compris entre environ 10° et 60°, avec la surface d'incidence (9, 73, 75, 84) du ou des corps de contact (21, 28, 29) et, le cas échéant, sont reliées entre elles sur au moins une partie de leurs points de contact (116), et, d'autre part, des installations (31, 13) pour desservir le ou les corps de contact (21, 28, 20 29) avec un milieu liquide et pour évacuer ledit milieu liquide, caractérisé par le fait qu'une installation est disposée à l'intérieur du bâti (25) devant la surface d'incidence (9, 73, 75, 84) d'au moins un corps de contact, permettant l'ajustement de la direction du courant du milieu gazeux, pour que des courants partiels sortants ne rencontrent 25 pas la surface d'incidence (9, 75, 84) du corps de contact (21, 29) en direction d'une des deux ondulations opposées.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'installation (33) pour l'ajustement de la direction du courant du milieu gazeux est disposée de façon que les courants partiels (90) 30 sortant de celle-ci rencontrent la surface d'incidence (9, 75, 84) du corps de contact (21, 29) selon une direction qui coïncide approximativement avec la direction de la bissectrice (126) de l'angle (127) entre les angles d'ondulation (83, 87) opposés.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le corps de contact (21, 29) de l'installation (33) pour l'ajustement de la direction du courant de milieu gazeux est disposé de façon que les courants partiels sortant de celle-ci rencontrent la surface 5 d'incidence (9, 75, 84) du corps de contact (21, 29) selon une direction qui coïncide approximativement avec la direction de la bissectrice (126) de l'angle (127) entre les angles d'ondulation (83, 87) opposés.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'installation (33) contient un garnissage de 10 fibres, de préférence une toile de fibres emmêlées.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que les plaques de ruissellement (24, 26) sont disposées dans le corps de contact (21, 28, 29), de sorte que, pour des angles d'ondulation (83, 87) opposés de grandeur différente, le plus 15 petit angle d'ondulation (87) mène de manière inclinée vers le haut à partir de la surface d'incidence (9, 73, 75, 84) du corps de contact (21, 28, 29).

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que les plaques de ruissellement (24, 26) sont 20 disposées dans le corps de contact (21, 28, 29) de sorte que les angles d'ondulation (83, 87) opposés soient égaux.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que dans le bâti (25), au moins un échangeur de chaleur (16, 30) est disponible pour le milieu gazeux.

1/2

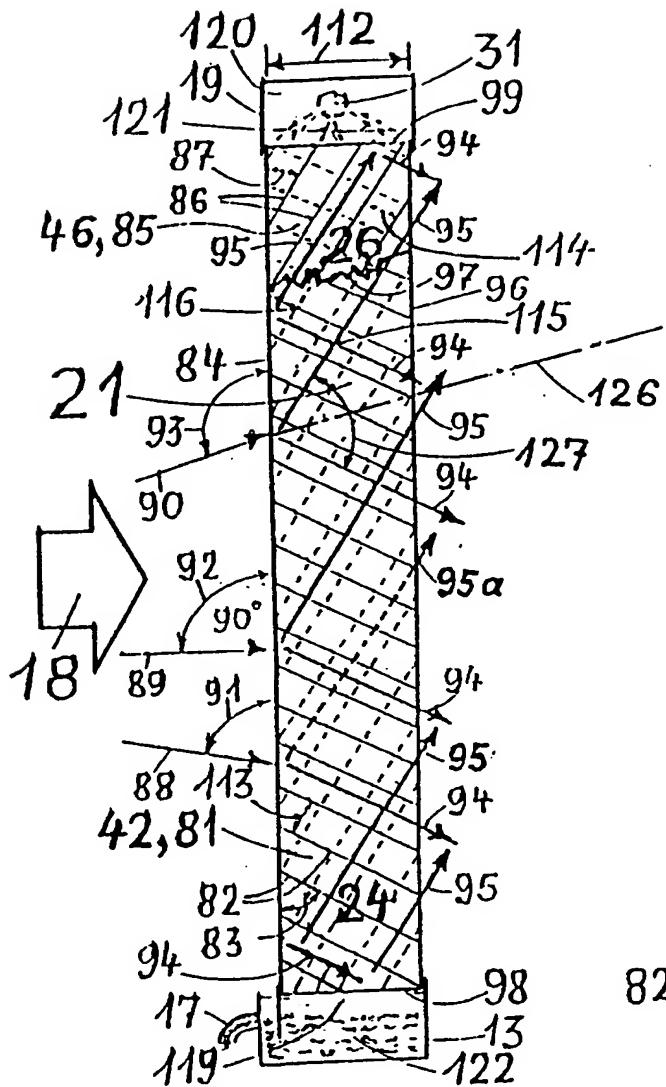


Fig. 1

Fig. 1b

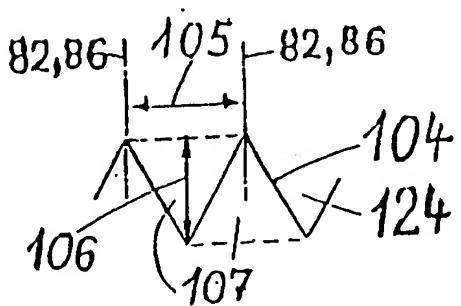


Fig. 1c

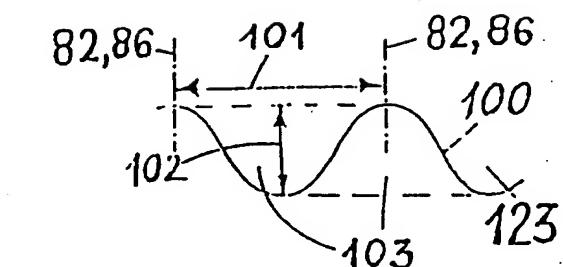


Fig. 1c

2/2

Fig. 2

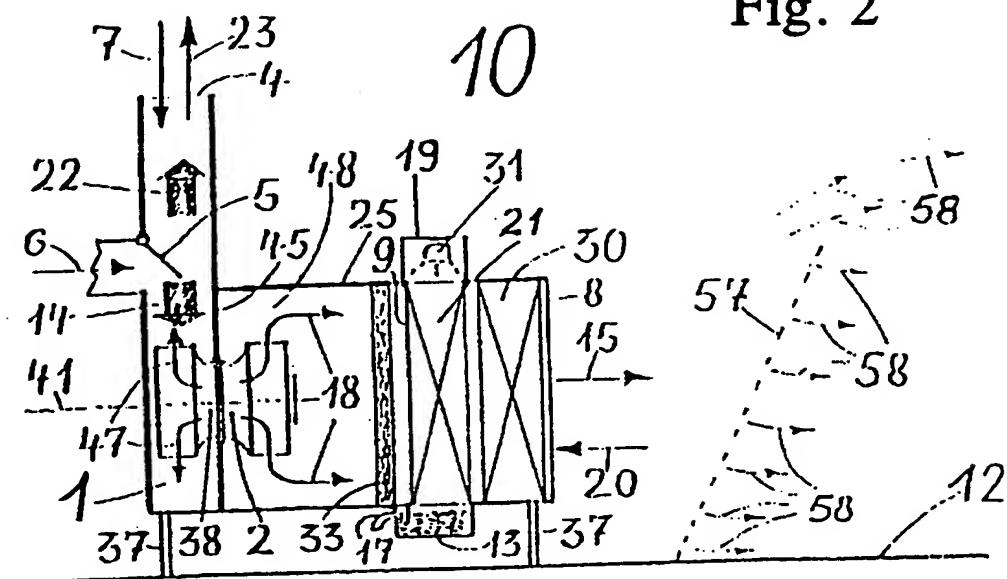


Fig. 3

